

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-143105

(43)Date of publication of application : 16.05.2003

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04B 7/08

H04L 7/00

(21)Application number : 2001-337930

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 02.11.2001

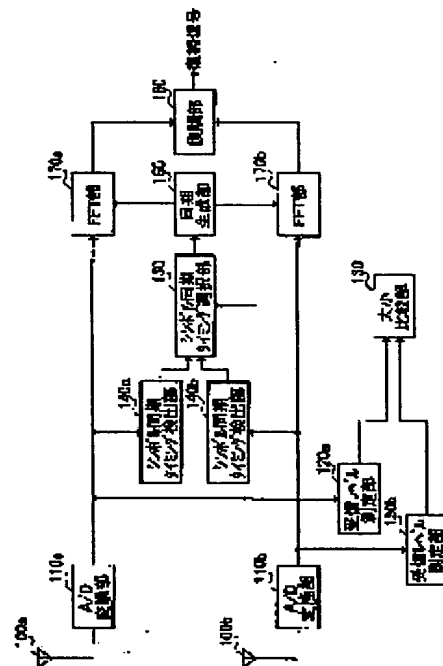
(72)Inventor : ISHIKAWA KIMIHIKO

(54) OFDM RECEIVER, AND METHOD FOR ACQUIRING SYNCHRONIZATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve symbol synchronization pull-in characteristic when performing reception diversity.

SOLUTION: A/D conversion parts 110a and 110b apply an A/D conversion to a signal received by corresponding antennas 100a and 100b. Reception level measurement parts 120a and 120b measure the reception level of a received signal of each diversity branch, and a level comparison part 130 compares the measured reception level. A symbol synchronization timing selection part 150 selects the symbol synchronization timing of the diversity branch of one side from the symbol synchronization timing of each diversity branch detected by symbol synchronization timing detection parts 140a and 140b based on the result of comparing by the level comparison part 130. A synchronization generation part 160 calculates the timing of the top of effective symbols from selected symbol synchronization timing.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-143105
(P2003-143105A)

(43) 公開日 平成15年5月16日 (2003.5.16)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ト* (参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 2 2
H 0 4 B 7/08		H 0 4 B 7/08	C 5 K 0 4 7
H 0 4 L 7/00		H 0 4 L 7/00	F 5 K 0 6 9

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-337930(P2001-337930)

(22) 出願日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 石川 公彦

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD17 DD33 DD42

5K047 AA04 BB01 CC01 HH03 HH12

MM11 MM62

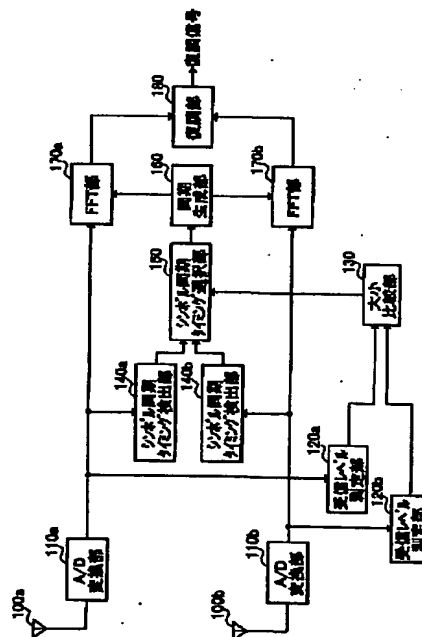
5K059 BB01 CC03 DD04 EE02

(54) 【発明の名称】 OFDM受信装置および同期獲得方法

(57) 【要約】

【課題】 受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上すること。

【解決手段】 A/D変換部110a, 110bは、対応するアンテナ100a, 100bによって受信された信号に対し、A/D変換を行う。受信レベル測定部120a, 120bは、ダイバーシチブランチごとの受信信号の受信レベルを測定し、大小比較部130は、測定された受信レベルの大小を比較する。シンボル同期タイミング選択部150は、大小比較部130による比較の結果に基づき、シンボル同期タイミング検出部140a, 140bによって検出された各ダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングから、一方のダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを選択する。同期生成部160は、選択されたシンボル同期タイミングから有効シンボルの先頭のタイミングを算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のダイバーシチブランチによってOFDM信号を受信するOFDM受信装置であって、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号の受信レベルを測定する測定手段と、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号からそれぞれシンボル同期タイミングを検出する検出手段と、前記測定手段によって測定された受信レベルに基づいて、前記検出手段によって検出されたシンボル同期タイミングの中から各ダイバーシチブランチにおいて共通に用いられるシンボル同期タイミングを決定する決定手段と、を有することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項2】 前記決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルの大きさを比較する比較部と、前記比較部による比較の結果として受信レベルが最も大きいダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択する選択部と、を有することを特徴とする請求項1記載のOFDM受信装置。

【請求項3】 前記決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の閾値と比較する第1比較部と、前記第1比較部による比較の結果として所定の閾値以下である受信レベルの大きさを比較する第2比較部と、前記第2比較部による比較の結果として受信レベルが最も大きいダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを選択する選択部と、を有することを特徴とする請求項1記載のOFDM受信装置。

【請求項4】 前記決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の閾値と比較する比較部と、前記比較部による比較の結果として受信レベルが所定の閾値以上であるダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングのうち最先のものを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択する選択部と、を有することを特徴とする請求項1記載のOFDM受信装置。

【請求項5】 前記決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の閾値と比較する比較部と、前記比較部による比較の結果として受信レベルが所定の閾値以下であるダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングのうち最先のものを各ダイバーシチブランチに

共通のシンボル同期タイミングとして選択する選択部と、を有することを特徴とする請求項1記載のOFDM受信装置。

【請求項6】 前記決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の上限閾値および所定の下限閾値と比較する比較部と、前記比較部による比較の結果として受信レベルが、所定の上限閾値以下でありかつ所定の下限閾値以上であるダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングのうち最先のものを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択する選択部と、を有することを特徴とする請求項1記載のOFDM受信装置。

【請求項7】 請求項1から請求項6のいずれかに記載のOFDM受信装置を有することを特徴とする通信端末装置。

【請求項8】 請求項1から請求項6のいずれかに記載のOFDM受信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項9】 複数のダイバーシチブランチによってOFDM信号を受信するOFDM受信装置における同期獲得方法であって、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号の受信レベルを測定するステップと、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号からそれぞれシンボル同期タイミングを検出するステップと、測定された受信レベルに基づいて、検出されたシンボル同期タイミングの中から各ダイバーシチブランチにおいて共通に用いられるシンボル同期タイミングを決定するステップと、を有することを特徴とする同期獲得方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、OFDM受信装置および同期獲得方法に関し、特に複数のダイバーシチブランチにより受信ダイバーシチを行うOFDM受信装置および同期獲得方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、受信ダイバーシチを行うOFDM受信装置および同期獲得方法としては、特開2000-224132公報に記載されているものがある。このOFDM受信装置は、マルチパス環境下における遅延波の影響を防いでシンボル同期タイミングの誤差を低減させるため、各ダイバーシチブランチからの受信信号において検出されたシンボル同期タイミングのうち、最も早く検出されたダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを各ダイバーシチブランチ共通のシンボル同期タイ

ミングとして選択することにより同期を獲得するものである。

【0003】図9は、従来のOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。図9に示すOFDM受信装置は、2つのダイバーシチブランチにより、受信ダイバーシチを行う。

【0004】同図において、アンテナ500a, 500bは、マルチパス環境下において、それぞれ異なるフェージングの影響を受けている信号を受信する。A/D変換部510a, 510bは、それぞれに接続されたアンテナ500a, 500bによって受信されたアナログ信号をデジタル信号に変換する(A/D変換)。A/D変換後のデジタル信号から、シンボル同期タイミング検出部520a, 520bにより、それぞれのダイバーシチブランチにおけるシンボル同期タイミングが検出される。シンボル同期タイミング選択部530は、シンボル同期タイミング検出部520a, 520bによって検出されたシンボル同期タイミングのうち、最も早いタイミングを選択する。同期生成部540は、選択されたシンボル同期タイミングから受信信号に含まれる各有効シンボルの先頭のタイミングを算出しFFT部550a, 550bに通知する。FFT部550a, 550bは、同期生成部540から通知された各有効シンボルの先頭のタイミングにより、有効シンボルごとに高速フーリエ変換(FFT処理)を行う。FFT処理後の受信信号は、復調部560によって復調される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のOFDM受信装置においては、受信ダイバーシチを行う場合、各ダイバーシチブランチによって受信された信号から検出されたシンボル同期タイミングのうち最も早いものを用いて、すべてのダイバーシチブランチによって受信された信号のFFT処理を行うため、検出されたシンボル同期タイミングが最も早いダイバーシチブランチの受信レベルが低いと、シンボル同期タイミングの誤検出が生じた場合でもその誤ったタイミングを用いてFFT処理を行ってしまう、すなわち、良好なシンボル同期引き込み特性(同期獲得精度)が得られないという問題がある。

【0006】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができるOFDM受信装置および同期獲得方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】(1)本発明のOFDM受信装置は、複数のダイバーシチブランチによってOFDM信号を受信するOFDM受信装置であって、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号の受信レベルを測定する測定手段と、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号からそれぞれシンボ

ル同期タイミングを検出する検出手段と、前記測定手段によって測定された受信レベルに基づいて、前記検出手段によって検出されたシンボル同期タイミングの中から各ダイバーシチブランチにおいて共通に用いられるシンボル同期タイミングを決定する決定手段と、を有する構成を採る。

【0008】この構成によれば、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号の受信レベルを測定するとともにシンボル同期タイミングを検出し、測定された受信レベルに基づいて、検出されたシンボル同期タイミングの中から各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングを決定するため、各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングを決定する際に受信レベルを考慮することができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0009】(2)本発明のOFDM受信装置は、前記決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルの大きさを比較する比較部と、前記比較部による比較の結果として受信レベルが最も大きいダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択する選択部と、を有する構成を採る。

【0010】この構成によれば、測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルの大きさを比較し、受信レベルが最も大きいダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択するため、受信レベルが低いダイバーシチブランチにおけるシンボル同期タイミングの誤検出を防止することができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0011】(3)本発明のOFDM受信装置は、前記決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の閾値と比較する第1比較部と、前記第1比較部による比較の結果として所定の閾値以下である受信レベルの大きさを比較する第2比較部と、前記第2比較部による比較の結果として受信レベルが最も大きいダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを選択する選択部と、を有する構成を採る。

【0012】この構成によれば、測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の閾値と比較し、さらに所定の閾値以下である受信レベルの大きさを比較し、その結果受信レベルが最も大きいダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを選択するため、受信レベルが過度に高いかまたは低いダイバーシチブランチにおけるシンボル同期タイミングの誤検出を防止することができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0013】(4) 本発明のOFDM受信装置は、前記決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の閾値と比較する比較部と、前記比較部による比較の結果として受信レベルが所定の閾値以上であるダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングのうち最先のものを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択する選択部と、を有する構成を採る。

【0014】この構成によれば、測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の閾値と比較し、受信レベルが所定の閾値以上であるダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングのうち最先のものを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択するため、受信レベルが低いダイバーシチブランチにおけるシンボル同期タイミングの誤検出を防止することができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0015】(5) 本発明のOFDM受信装置は、前期決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の閾値と比較する比較部と、前記比較部による比較の結果として受信レベルが所定の閾値以下であるダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングのうち最先のものを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択する選択部と、を有する構成を採る。

【0016】この構成によれば、測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の閾値と比較し、受信レベルが所定の閾値以下であるダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングのうち最先のものを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択するため、受信レベルが過度に高いダイバーシチブランチにおけるシンボル同期タイミングの誤検出を防止することができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0017】(6) 本発明のOFDM受信装置は、前記決定手段は、前記測定手段によって測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の上限閾値および所定の下限閾値と比較する比較部と、前記比較部による比較の結果として受信レベルが、所定の上限閾値以下でありかつ所定の下限閾値以上であるダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングのうち最先のものを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択する選択部と、を有する構成を採る。

【0018】この構成によれば、測定されたダイバーシチブランチごとの受信レベルを所定の上限閾値および所定の下限閾値と比較し、受信レベルが、所定の上限閾値以下でありかつ所定の下限閾値以上であるダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングのうち最先のものを各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして選択するため、受信レベルが過度に高いかまたは

受信レベルが低いダイバーシチブランチにおけるシンボル同期タイミングの誤検出を防止することができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0019】(7) 本発明の通信端末装置は、上記のいずれかのOFDM受信装置を有する構成を採る。

【0020】この構成によれば、上記のいずれかのOFDM受信装置と同じ作用効果を、通信端末装置において実現することができる。

【0021】(8) 本発明の基地局装置は、上記のいずれかのOFDM受信装置を有する構成を採る。

【0022】この構成によれば、上記のいずれかのOFDM受信装置と同じ作用効果を、基地局装置において実現することができる。

【0023】(9) 本発明の同期獲得方法は、複数のダイバーシチブランチによってOFDM信号を受信するOFDM受信装置における同期獲得方法であって、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号の受信レベルを測定するステップと、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号からそれぞれシンボル同期タイミングを検出するステップと、測定された受信レベルに基づいて、検出されたシンボル同期タイミングの中から各ダイバーシチブランチにおいて共通に用いられるシンボル同期タイミングを決定するステップと、を有するようにした。

【0024】この方法によれば、各ダイバーシチブランチによって受信されたOFDM信号の受信レベルを測定するとともにシンボル同期タイミングを検出し、測定された受信レベルに基づいて、検出されたシンボル同期タイミングの中から各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングを決定するため、各ダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングを決定する際に受信レベルを考慮することができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明者は、受信ダイバーシチにおいて各ダイバーシチブランチで受信される信号のシンボル同期タイミングは充分近接しており、OFDM方式で通信される信号の各フレームにおいては、有効シンボルの前にガード区間が設けられているため、複数のダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングを用いて各ダイバーシチブランチの有効シンボルに対するFFT処理を行うことができることに着目した。そして、各ダイバーシチブランチによって受信された信号から検出されたシンボル同期タイミングのうち最も早いものを用いるのではなく、各ダイバーシチブランチにおける受信レベルを考慮してシンボル同期タイミングを選択することにより、マルチパス環境下におけるシンボル同期タイミングの検出誤差を小さくできることを見出し、本発

明をするに至った。

【0026】すなわち、本発明の骨子は、複数のダイバーシチブランチにおける受信信号から検出されたシンボル同期タイミングから、1つのシンボル同期タイミングを選択する際に、各ダイバーシチブランチにおける信号の受信レベルを考慮したうえでシンボル同期タイミングを選択し、シンボル同期タイミングの検出誤差を小さくすることである。

【0027】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0028】(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態1に係るOFDM受信装置の要部構成を示すブロック図である。同図に示すOFDM受信装置は、2つのダイバーシチブランチによって受信ダイバーシチを行う。

【0029】図1において、アンテナ100a、100bは、それぞれ異なるフェージングの影響を受けた信号を受信する。A/D変換部110a、110bは、対応するアンテナ100a、100bによって受信された信号に対し、A/D変換を行う。受信レベル測定部(測定手段)120a、120bは、ダイバーシチブランチごとの受信信号の受信レベルを測定する。大小比較部130は、受信レベル測定部120a、120bによって測定された受信レベルの大小を比較する。

【0030】シンボル同期タイミング検出部(検出手段)140a、140bは、ダイバーシチブランチごとの受信信号からシンボル同期タイミングを検出する。シンボル同期タイミング選択部150は、大小比較部130による比較の結果に基づき、シンボル同期タイミング検出部140a、140bによって検出されたそれぞれのダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングから、一方のダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを選択する。同期生成部160は、選択されたシンボル同期タイミングから復調範囲となる有効シンボルの先頭のタイミングを算出する。FFT部170a、170bは、有効シンボルごとにFFT処理を行う。復調部180は、各ダイバーシチブランチにおいてFFT処理された信号を合成して復調する。

【0031】次いで、上記構成を有するOFDM受信装置の動作について説明する。

【0032】アンテナ100a、100bによって受信された信号はA/D変換部110a、110bによってA/D変換される。ここで、アンテナ100a、100bは、ダイバーシチブランチを構成しているため、それぞれのアンテナによって受信される信号は異なるフェージングの影響を受けており、その受信タイミングも同時ではない。

【0033】そして、A/D変換された各ダイバーシチブランチの受信信号は、対応する受信レベル測定部120a、120bに入力され受信レベルが測定される。各ダイバーシチブランチにおける受信レベルは、大小比較

部130によって大小が比較され、受信レベルが最大のダイバーシチブランチに関するブランチ選択情報がシンボル同期タイミング選択部150に通知される。

【0034】一方、A/D変換された各ダイバーシチブランチの受信信号は、対応するシンボル同期タイミング検出部140a、140bに入力され、受信信号中に含まれる既知の同期用シンボルが用いられ、各ダイバーシチブランチの受信信号のシンボル同期タイミングが検出される。具体的には、受信信号に含まれる同期用シンボルのシンボルパターンと本発明のOFDM受信装置があらかじめ保持する既知シンボルパターンとの相関値を算出し、最大相関値を得るタイミングを検出する方法、または、受信信号と受信信号を1シンボル遅延された信号との相関値を算出し、最大相関値を得るタイミングを検出する方法などが用いられる。

【0035】そして、検出された各ダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングは、シンボル同期タイミング選択部150に通知される。各ダイバーシチブランチのうち、ブランチ選択情報に該当するダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングがシンボル同期タイミング選択部150によって選択される。これにより、選択されたシンボル同期タイミングは、受信信号の受信レベルが最大のダイバーシチブランチにおけるシンボル同期タイミングということになる。

【0036】そして、選択されたシンボル同期タイミングを用いて同期生成部160により、受信信号の各フレーム中の有効シンボルの先頭のタイミングが算出される。有効シンボルの先頭のタイミングからFFT部170a、170bによって有効シンボルごとにFFT処理が行われる。FFT処理された信号は、復調部180によって合成され復調されて復調信号が出力される。

【0037】次に、本実施の形態におけるシンボル同期タイミングの選択について、具体的に例を挙げて説明する。

【0038】図2は、7つのダイバーシチブランチA～Gにおいて受信された信号のフレーム構成の一例を示す図である。なお、ここでは各ダイバーシチブランチA～Gによって受信された直接波の信号のみを示している。また、各ダイバーシチブランチA～Gが有する受信レベル測定部、シンボル同期タイミング検出部、およびFFT部については、それぞれ符号120、140、および170を用いて代表させるものとする。

【0039】同図に示すダイバーシチブランチA～Gにおける各受信信号は、それぞれ、AGC(Automatic Gain Control)用シンボル200、同期用シンボル210、位相基準シンボル220a、220b、ガード区間230a、230b、および有効シンボル240a、240bから構成されている。

【0040】ここで、受信信号は、ダイバーシチブランチA、ダイバーシチブランチB、…、ダイバーシチブラ

ンチGの順で受信されたものとする。受信された信号は、それぞれのダイバーシチブランチA～Gの受信レベル測定部120により、受信レベルが測定される。その結果を図3に示す。

【0041】図3を見れば明らかなように、受信レベルが最大なのはダイバーシチブランチEによって受信された信号であり、シンボル同期タイミングが最も早いダイバーシチブランチAによって受信された信号の受信レベルは低い。

【0042】そして、大小比較部130によって各ダイバーシチブランチA～Gにおける受信レベルの大小が比較され、受信レベルが最大のダイバーシチブランチ、すなわちダイバーシチブランチEに関する情報がシンボル同期タイミング選択部150に通知される。

【0043】また、各ダイバーシチブランチA～Gによって受信された信号は、それぞれのダイバーシチブランチA～Gのシンボル同期タイミング検出部140により、同期用シンボル210のタイミングが検出される。

【0044】シンボル同期タイミング選択部150は、大小比較部130から通知された、ダイバーシチブランチEに関する情報を受けて、各ダイバーシチブランチA～GのうちダイバーシチブランチEのシンボル同期タイミング検出部140eによって検出された同期用シンボル210のタイミングを選択する。同期生成部160は、ダイバーシチブランチEの同期用シンボル210のタイミングと既知である位相基準シンボル220a、220bおよびガード区間230aのシンボル長とから、有効シンボル240aの先頭のタイミングを算出し、各ダイバーシチブランチA～GのFFT部170に通知する。各ダイバーシチブランチA～GのFFT部170は、通知された有効シンボル240aの先頭のタイミングからFFT処理を行う。FFT処理された各ダイバーシチブランチA～Gの信号は、復調部180により合成されて復調される。

【0045】このように、本実施の形態のOFDM受信装置によれば、ダイバーシチブランチごとの受信信号の受信レベルを測定し、測定された受信レベルが最大であるダイバーシチブランチにおいて検出されたシンボル同期タイミングを、すべてのダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして用いるため、受信レベルが高いダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを用いることができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0046】（実施の形態2）図4は、本発明の実施の形態2に係るOFDM受信装置の要部構成を示すブロック図である。同図に示すOFDM受信装置は、2つのダイバーシチブランチによって受信ダイバーシチを行う。なお、図4において、図1と同じ部分には同じ符号を付け、その説明を省略する。

【0047】本発明の実施の形態2の特徴は、測定され

た受信レベルと所定の閾値とを比較し、受信レベルが所定の閾値以下であるダイバーシチブランチのみを抽出し、その中で最大の受信レベルを有するダイバーシチブランチにおいて検出されたシンボル同期タイミングを共通のシンボル同期タイミングとして選択する点である。

【0048】図4において、閾値比較部300は、受信レベル測定部120a、120bによって測定された受信レベルと所定の閾値とを比較する。大小比較部310は、閾値比較部300による比較の結果として、所定の閾値以下である受信レベルの大小を比較し、受信レベルが最大のダイバーシチブランチに関するブランチ選択情報をシンボル同期タイミング選択部150に通知する。各ダイバーシチブランチのうち、ブランチ選択情報に該当するダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングがシンボル同期タイミング選択部150によって選択される。これにより、選択されたシンボル同期タイミングは、過度に受信レベルが高いダイバーシチブランチ以外のダイバーシチブランチのうち、受信信号の受信レベルが最大のものにおけるシンボル同期タイミングということになる。過度に受信レベルが高いダイバーシチブランチを排除することで、例えば信号の送信側と本実施の形態のOFDM受信装置が非常に接近している場合など、受信信号が歪んでおり、シンボル同期タイミングの検出誤差を大きくする原因となるダイバーシチブランチを排除することができる。

【0049】次に、本実施の形態におけるシンボル同期タイミングの選択について、具体的に例を挙げて説明する。

【0050】本実施の形態においても実施の形態1と同様に、図2に示すフレーム構成の信号がダイバーシチブランチA～Gによって、ダイバーシチブランチA、ダイバーシチブランチB、…、ダイバーシチブランチGの順で受信されたものとする。また、各ダイバーシチブランチA～Gが有する受信レベル測定部、シンボル同期タイミング検出部、およびFFT部については、それぞれ符号120、140、および170を用いて代表させるものとする。受信された信号は、それぞれのダイバーシチブランチA～Gの受信レベル測定部120により、受信レベルが測定される。その結果を図5に示す。

【0051】本実施の形態においては、測定された受信レベルと所定の閾値とを比較し、所定の閾値以下である受信レベルの大小を比較するため、閾値比較部300によって受信レベルが所定の閾値以下であるダイバーシチブランチA、ダイバーシチブランチC、ダイバーシチブランチD、およびダイバーシチブランチFが抽出される。そして、大小比較部310によって上記の4つのダイバーシチブランチA、C、D、およびFの大小が比較され、受信レベルが最大のダイバーシチブランチ、すなわちダイバーシチブランチFに関する情報がシンボル同期タイミング選択部150に通知される。

【0052】また、各ダイバーシチブランチA～Gによって受信された信号は、それぞれのダイバーシチブランチA～Gのシンボル同期タイミング検出部140により、同期用シンボル210のタイミングが検出される。

【0053】シンボル同期タイミング選択部150は、大小比較部310から通知された、ダイバーシチブランチFに関する情報を受けて、各ダイバーシチブランチA～GのうちダイバーシチブランチFのシンボル同期タイミング検出部140fによって検出された同期用シンボル210のタイミングを選択する。以後、実施の形態1と同様に、同期生成部160は、有効シンボル240aの先頭のタイミングを算出し、各ダイバーシチブランチA～GのFFT部170に通知する。そして、各ダイバーシチブランチA～GのFFT部170は、通知された有効シンボル240aの先頭のタイミングからFFT処理を行い、FFT処理された信号は復調部180により合成されて復調される。

【0054】このように、本実施の形態のOFDM受信装置によれば、ダイバーシチブランチごとの受信信号の受信レベルを測定し、測定された受信レベルが所定の閾値以下であるダイバーシチブランチを抽出し、抽出されたダイバーシチブランチのうち受信レベルが最大であるものにおいて検出されたシンボル同期タイミングを、すべてのダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして用いるため、受信レベルが過度に高く、受信信号が歪んでいるダイバーシチブランチを排除し、かつ、受信レベルが適度に高いダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングを用いることができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0055】（実施の形態3）図6は、本発明の実施の形態3に係るOFDM受信装置の要部構成を示すブロック図である。同図に示すOFDM受信装置は、2つのダイバーシチブランチによって受信ダイバーシチを行う。なお、図6において、図1と同じ部分には同じ符号を付け、その説明を省略する。

【0056】本発明の実施の形態3の特徴は、測定された受信レベルと所定の閾値とを比較し、受信レベルが所定の閾値以上であるダイバーシチブランチのみを抽出し、その中で最も早いシンボル同期タイミングを共通のシンボル同期タイミングとして選択する点である。

【0057】図6において、閾値比較部400は、受信レベル測定部120a、120bによって測定された受信レベルと所定の閾値とを比較し、所定の閾値以上である受信レベルのダイバーシチブランチに関するブランチ選択情報をシンボル同期タイミング選択部150に通知する。各ダイバーシチブランチのうちブランチ選択情報に該当するダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングから、最も早いものがシンボル同期タイミング選択部150によって選択される。これにより、選択された

シンボル同期タイミングは、過度に受信レベルが低いダイバーシチブランチ以外のダイバーシチブランチによって検出された、最も早いシンボル同期タイミングということになる。過度に受信レベルが低いダイバーシチブランチを排除し、最も早いシンボル同期タイミングを選択することで、シンボル同期タイミングが後方へずれることによって生じる、後の有効シンボルの干渉を防止できるより正確なシンボル同期タイミングを検出することができる。

【0058】次に、本実施の形態におけるシンボル同期タイミングの選択について、具体的に例を挙げて説明する。

【0059】本実施の形態においても実施の形態1と同様に、図2に示すフレーム構成の信号がダイバーシチブランチA～Gによって、ダイバーシチブランチA、ダイバーシチブランチB、…、ダイバーシチブランチGの順で受信されたものとする。また、各ダイバーシチブランチA～Gが有する受信レベル測定部、シンボル同期タイミング検出部、およびFFT部については、それぞれ符号120、140、および170を用いて代表させるものとする。受信された信号は、それぞれのダイバーシチブランチA～Gの受信レベル測定部120により、受信レベルが測定される。その結果を図7に示す。

【0060】本実施の形態においては、測定された受信レベルと所定の閾値とを比較し、所定の閾値以上である受信レベルを有するダイバーシチブランチにおいて検出されたシンボル同期タイミングのうち最も早いものを選択するため、閾値比較部400によって受信レベルが所定の閾値以上であるダイバーシチブランチB、ダイバーシチブランチD、ダイバーシチブランチE、ダイバーシチブランチF、およびダイバーシチブランチGが抽出される。そして、上記5つのダイバーシチブランチB、D、E、F、およびGに関する情報がシンボル同期タイミング選択部150に通知される。

【0061】また、各ダイバーシチブランチA～Gによって受信された信号は、それぞれのダイバーシチブランチA～Gのシンボル同期タイミング検出部140により、同期用シンボル210のタイミングが検出される。

【0062】シンボル同期タイミング選択部150は、閾値比較部400から通知された、ダイバーシチブランチB、D、E、F、およびGに関する情報を受けて、これらのダイバーシチブランチB、D、E、F、およびGにおいて検出された同期用シンボル210のタイミングのうち最も早いもの、すなわちダイバーシチブランチBにおいて検出されたシンボル同期タイミングを選択する。以後、実施の形態1と同様に、同期生成部160は、有効シンボル240aの先頭タイミングを算出し、各ダイバーシチブランチA～GのFFT部170に通知する。そして、各ダイバーシチブランチA～GのFFT部170は、通知された有効シンボル240aの先頭の

タイミングからFFT処理を行い、FFT処理された信号は復調部180により合成されて復調される。

【0063】このように、本実施の形態のOFDM受信装置によれば、ダイバーシチブランチごとの受信信号の受信レベルを測定し、測定された受信レベルが所定の閾値以上であるダイバーシチブランチを抽出し、抽出されたダイバーシチブランチにおいて検出されたシンボル同期タイミングのうち最も早いものを、すべてのダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして用いるため、受信レベルが過度に低いダイバーシチブランチを排除し、かつ、シンボル同期タイミングが実際よりも時間的に後方にずれて後の有効シンボルによる干渉が生じることを防止することができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0064】（実施の形態4）本発明の実施の形態4の特徴は、測定された受信レベルと所定の上限閾値および所定の下限閾値とを比較し、受信レベルが所定の上限閾値以下で、かつ受信レベルが所定の下限閾値以上であるダイバーシチブランチのみを抽出し、その中で最も早いシンボル同期タイミングを共通のシンボル同期タイミングとして選択する点である。

【0065】本発明の実施の形態4に係るOFDM受信装置の要部構成は、図6に示す実施の形態3のOFDM受信装置と同一である。

【0066】図6において、閾値比較部400は、受信レベル測定部120a、120bによって測定された受信レベルと所定の上限閾値および所定の下限閾値とを比較し、所定の上限閾値以下かつ所定の下限閾値以上である受信レベルのダイバーシチブランチに関するブランチ選択情報をシンボル同期タイミング選択部150に通知する。各ダイバーシチブランチのうちブランチ選択情報に該当するダイバーシチブランチのシンボル同期タイミングから、最も早いものがシンボル同期タイミング選択部150によって選択される。これにより、選択されたシンボル同期タイミングは、受信レベルが適度であるダイバーシチブランチの中で検出された、最も早いシンボル同期タイミングということになる。

【0067】次に、本実施の形態におけるシンボル同期タイミングの選択について、具体的に例を挙げて説明する。

【0068】本実施の形態においても実施の形態1と同様に、図2に示すフレーム構成の信号がダイバーシチブランチA～Gによって、ダイバーシチブランチA、ダイバーシチブランチB、…、ダイバーシチブランチGの順で受信されたものとする。また、各ダイバーシチブランチA～Gが有する受信レベル測定部、シンボル同期タイミング検出部、およびFFT部については、それぞれ符号120、140、および170を用いて代表させるものとする。受信された信号は、それぞれのダイバーシチ

ブランチA～Gの受信レベル測定部120により、受信レベルが測定される。その結果を図8に示す。

【0069】本実施の形態においては、測定された受信レベルと所定の上限閾値および所定の下限閾値とを比較し、所定の上限閾値以下かつ所定の下限閾値以上である受信レベルを有するダイバーシチブランチにおいて検出されたシンボル同期タイミングのうち最も早いものを選択するため、閾値比較部400によって受信レベルが所定の上限閾値以下かつ所定の下限閾値以上であるダイバーシチブランチDおよびダイバーシチブランチFが抽出される。そして、上記2つのダイバーシチブランチDおよびFに関する情報がシンボル同期タイミング選択部150に通知される。

【0070】また、各ダイバーシチブランチA～Gによって受信された信号は、それぞれのダイバーシチブランチA～Gのシンボル同期タイミング検出部140により、同期用シンボル210のタイミングが検出される。

【0071】シンボル同期タイミング選択部150は、閾値比較部400から通知された、ダイバーシチブランチDおよびFに関する情報を受けて、これらのダイバーシチブランチDおよびFにおいて検出された同期用シンボル210のタイミングのうち最も早いもの、すなわちダイバーシチブランチDにおいて検出されたシンボル同期タイミングを選択する。以後、実施の形態1と同様に、同期生成部160は、有効シンボル240aの先頭タイミングを算出し、各ダイバーシチブランチA～GのFFT部170に通知する。そして、各ダイバーシチブランチA～GのFFT部170は、通知された有効シンボル240aの先頭のタイミングからFFT処理を行い、FFT処理された信号は復調部180により合成されて復調される。

【0072】このように、本実施の形態のOFDM受信装置によれば、ダイバーシチブランチごとの受信信号の受信レベルを測定し、測定された受信レベルが所定の上限閾値以下かつ所定の下限閾値以上であるダイバーシチブランチを抽出し、抽出されたダイバーシチブランチにおいて検出されたシンボル同期タイミングのうち最も早いものを、すべてのダイバーシチブランチに共通のシンボル同期タイミングとして用いるため、受信レベルが適度なダイバーシチブランチを選択することができ、かつ、シンボル同期タイミングが実際よりも時間的に後方にずれて後の有効シンボルによる干渉が生じることを防止することができ、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【0073】なお、上記の各実施の形態においては、本発明のOFDM受信装置は2つのダイバーシチブランチによって受信ダイバーシチを行う構成としたが、これに限定されず、3以上のダイバーシチブランチを設ける構成としても良い。また、受信レベルの測定をA/D変換後に行う構成としたが、受信レベル測定はA/D変換前

でも良い。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、受信ダイバーシチを行う場合のシンボル同期引き込み特性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るOFDM受信装置の要部構成を示すブロック図

【図2】本発明のOFDM受信装置のダイバーシチプランチによって受信される信号のフレーム構成の一例を示す図

【図3】実施の形態1に係るOFDM受信装置によって受信された信号の受信レベルを示す図

【図4】本発明の実施の形態2に係るOFDM受信装置の要部構成を示すブロック図

【図5】実施の形態2に係るOFDM受信装置によって

受信された信号の受信レベルを示す図

【図6】本発明の実施の形態3に係るOFDM受信装置の要部構成を示すブロック図

【図7】実施の形態3に係るOFDM受信装置によって受信された信号の受信レベルを示す図

【図8】実施の形態4に係るOFDM受信装置によって受信された信号の受信レベルを示す図

【図9】従来のOFDM受信装置の要部構成を示すブロック図

【符号の説明】

120a, 120b 受信レベル測定部（測定手段）

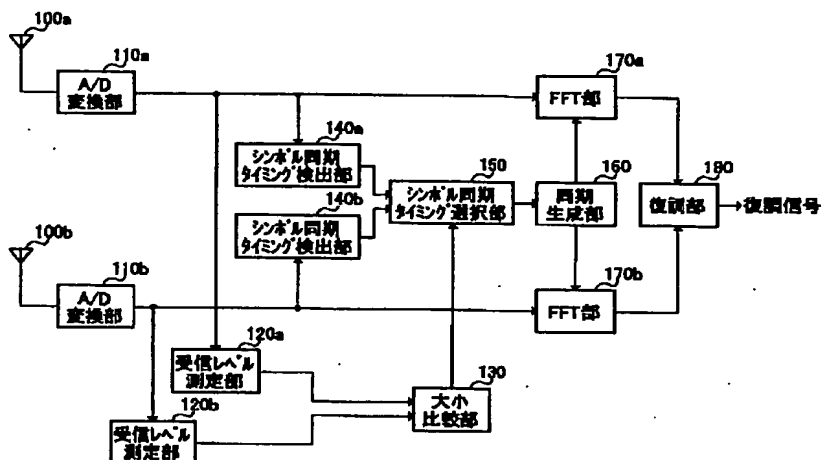
130, 310 大小比較部

140a, 140b シンボル同期タイミング検出部（検出手段）

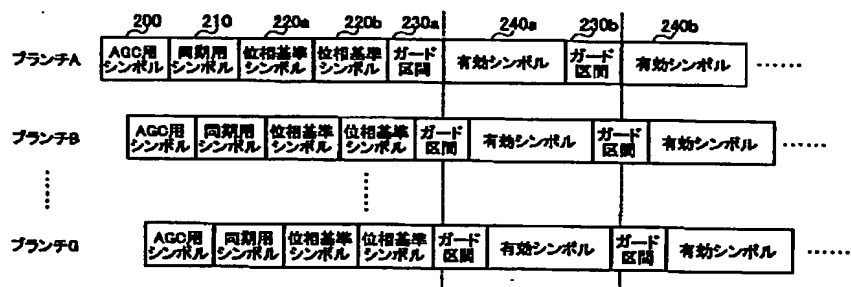
150 シンボル同期タイミング選択部

300, 400 閾値比較部

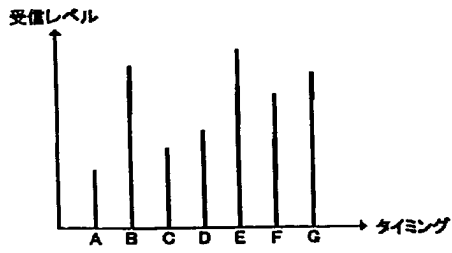
【図1】



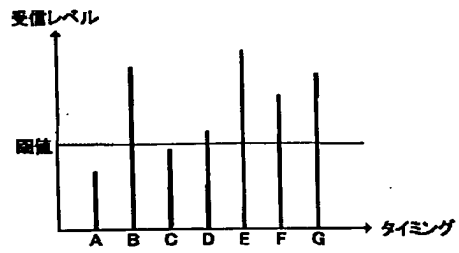
【図2】



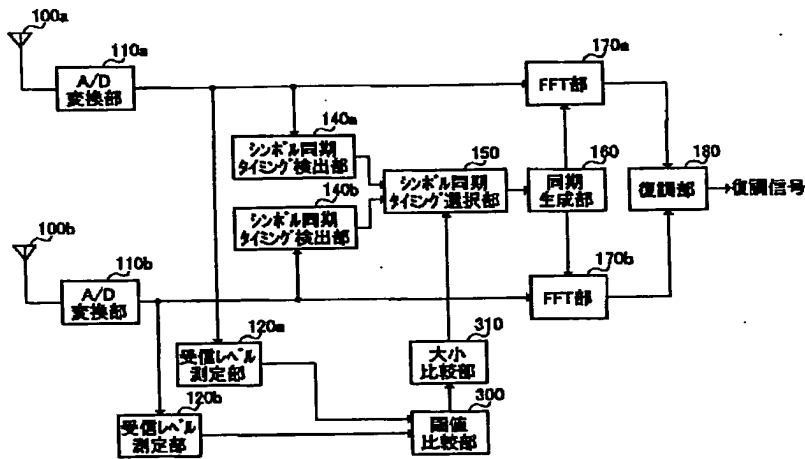
【図3】



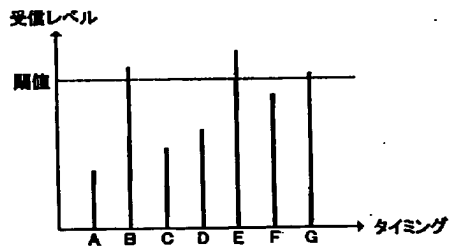
【図7】



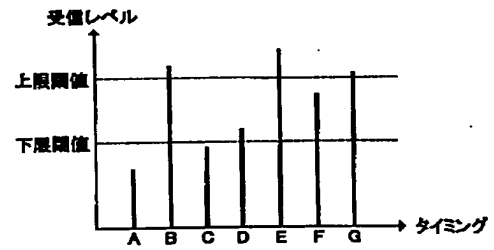
【図4】



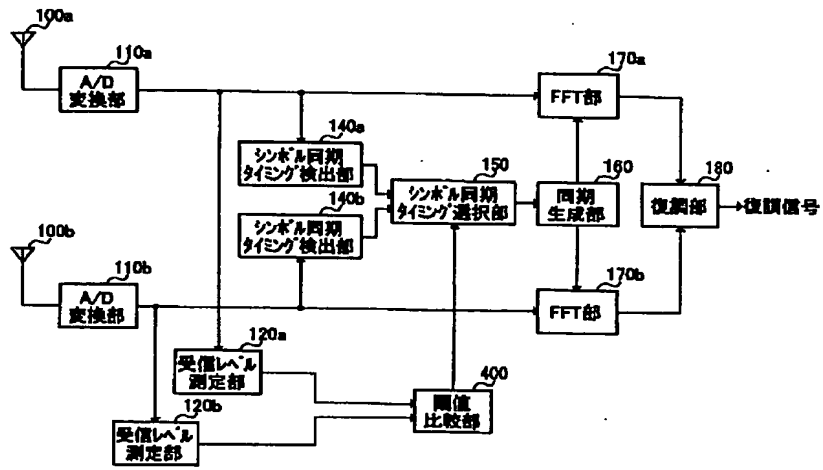
【図5】



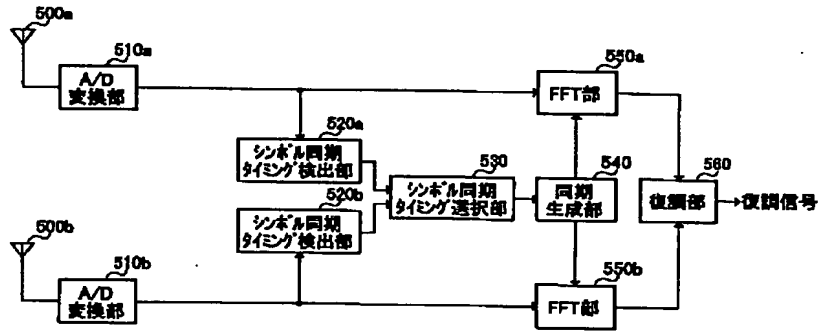
【図8】



【図6】



【図9】



THIS PAGE BLANK (USPTO)